

저진공 글로플라즈마를 이용한 탄소나노튜브의 표면 자유에너지와 소수성 특성 Surface free-energy and hydrophobicity of MWCNT using glow plasma at low pressure

조순국*, 이건아, 김정원, 고광철*
Soon-Gook Cho, Kun-a Lee, Jung-Won Kim, Kwang-Cheol Ko*

한양대학교
Hanyang University

Abstract : The hydrophobic coating for multi-walled nanotubes was treated with toluene and trimethylchlorosilane glow discharge plasma under low pressure, and the hydrophobic surface of the treated MWCNT was investigated. In order to investigate the effects of -CH components from the toluene and TMCS glow plasma, we conducted on the total surface free energies of the MWCNT powder, which was calculated by measuring the contact angle between the cushion of MWCNT powder and the probe liquids. The total surface free energies were determined by Owens-Wendt equation and drastically decreased.

Key Words : MWCNT, Hydrophobicity, Surface free energy, glow plasma

1. 서 론

탄소나노튜브는 전기적, 자기적, 기계적, 열적, 비선형 광학 등의 성질로 인하여, 많은 산업분야에서 각광 받고 있는 재료이다. 이러한 성질 때문에, 각종 디스플레이, 안테나, 태양광 패널 등 전기·전자 재료에서 활발한 연구가 진행되고 있으며, 인류의 생활에 보다 밀접해 지고 있다. 이러한 재료의 표면을 저진공 글로 방전을 통하여 소수성의 성질로 개선함으로써, 우리 생활에 늘 존재하는 습기 및 물에 대한 표면에서의 자유 에너지를 낮춰 물에 대한 반발력을 증가시킬 수 있다. 이러한 소수성은 물체 표면의 자유 에너지와 관련이 깊으며, 이 물체 표면의 자유 에너지는 표면의 기하학적 구조에서의 표면의 거칠기를 통하여 개선시킬 수 있으며, 표면의 거칠기를 개선함으로써 표면 에너지를 낮출 수 있다.

페로브 스키이트형 구조를 가지는 BaTiO₃ 세라믹스는 높은 유전율을 가지고 있어 최근까지 강유전체, 적외선센서 등으로 이용하기 위해 연구가 진행되어오고 있는 대표적인 강유전체 재료이다. 이 BaTiO₃ 세라믹을 이용한 전기전자용 디바이스 중에 PTC Thermistor가 있다. 이는 BaTiO₃ 세라믹에 미량의 Sb, La, Bi, Al 등의 도펀트를 첨가함으로써, 전기저항이 높은 세라믹스의 고유 특성에 반해 전기전도성을 부여한 n형 반도체의 일종이다. 이러한 PTC 효과는 단결정에서는 발현되지 않고, 오직 다결정체에서만 가능하다. PTC 효과는 큐리온도에서 급격한 전기저항의 증가 특성으로 인해 과전류 보호소자, 자체 발열을 이용한 히팅용 소자, 모터 기동용, 온도 센서용등으로 사용된다.

2. 결과 및 토의

MWCNT의 표면 에너지를 낮추기 위한 방식으로 저진공 글로 플라즈마를 이용하였다. 글로 플라즈마를 발생시키기 위하여 monomer 기법을 이용하였으며, 시약은 toluene과 trimethylchlorosilane(TMCS)를 이용하였다. MWCNT와 물방울 사이의 접촉각을 측정하기 위한 probe liquid로써, Formamide, Glycerol, water를 이용하였으며, 표면의 자유 에너지를 구하기 위하여 Owen-Wendt 방정식을 이용하였다. 저진공 톨루엔 글로 플라즈마에서 OES 측정을 통하여 C, H 성분이 발생되는 것을 확인하였으며, FTIR 데이터를 통하여 -CH 성분이 MWCNT 표면에 증착되어, 친수성의 표면을 개질하여 소수성의 특성으로 변화시키는 것을 확인하였다. 이 때 표면의 자유 에너지는 상대적으로 72.90mJ/m²에서 0.79mJ/m²로 낮아지는 것을 확인하였다. 또한 toluene과 TMCS의 비율을 바꿔 실험함으로써, FTIR 데이터를 통하여 Si-CH 성분이 표면의 자유 에너지를 72.90mJ/m²에서 0.041mJ/m²로 더욱 낮춰, 소수성을 향상 시키는 것을 확인하였다.

참고 문헌

- [1] D.K Owens, R.C. Wendt, J. Appl. Oolym. Sci 13, 1741, 1969.
- [2] A. Hozumi, O. TaKai, Thin Solid Films, 303, 222, 1997.
- [3] S.C. Cho, H.S. Uhm, Current Applied Physics 9, 1223, 2009.

* 교신저자) 고광철, e-mail: kwang@hanyang.ac.kr, Tel:02-2220-0348
주소: 서울특별시 행당동 17 한양대학교 전기공학과